

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/26644 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C03B 23/11,  
21/02

34, 95659 Arzberg (DE). TRINKS, Volker [DE/DE];  
Wiesauer Strasse 23, 95666 Mitterteich (DE). FEHR,  
Rupert [DE/DE]; Hauptstrasse 3, 95666 Mitterteich (DE).  
WOLFRUM, Alfons [DE/DE]; Stiftlandring 93, 95643  
Tirschenreuth (DE). REINDL, Markus [DE/DE]; Am  
Eiskeller 9, 95666 Mitterteich (DE). HAAS, Gottfried  
[DE/DE]; Dr. Haauer-Weg 7, 95643 Tirschenreuth (DE).  
WITZMANN, Andre [DE/DE]; Wolfsreuther Strasse  
18, 95679 Waldershof (DE). TRINKS, Ulta [DE/DE];  
Wiesauer Strasse 23, 95666 Mitterteich (DE). KRÄMER,  
Hubertus [DE/DE]; Parkstrasse 11, 95666 Mitterteich  
(DE). RUSTLER, Klaus [DE/DE]; Franz-Böhm-Gasse 8,  
95643 Tirschenreuth (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/08833

(22) Internationales Anmeldedatum:  
31. Juli 2001 (31.07.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 47 850.6 27. September 2000 (27.09.2000) DE

(74) Anwalt: DR. WEITZEL & PARTNER; Friedenstrasse  
10, 89522 Heidenheim (DE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von AU, CO, EC, GB, IE, IL, IN, JP, KE, KP, KR, NZ, SG,  
TZ, UG, US, ZA): SCHOTT GLAS [DE/DE]; Hattenbergstrasse  
10, 55122 Mainz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,  
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,  
SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU,  
ZA, ZW.

(71) Anmelder (nur für AU, BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GB, GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, IE, IL, IN, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW,  
MZ, NE, NZ, SD, SG, SL, SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG,  
VN, ZA, ZW): CARL-ZEISS-STIFTUNG TRADING AS  
SCHOTT GLAS [DE/DE]; Hattenbergstrasse 10, 55122  
Mainz (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (nur für BB, BF, BJ, BZ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GD, GE, GH, GM, GN, GQ, GW, JP, KE, KG, KZ, LC,  
LK, LR, LS, MG, ML, MN, MR, MW, MZ, NE, SD, SL,  
SN, SZ, TD, TG, TT, TZ, UG, VN, ZW): CARL-ZEISS-  
STIFTUNG [DE/DE]; 89518 Heidenheim (DE).

Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CUTTING GLASS TUBES

A1

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ABLÄNGEN VON GLASROHREN

(57) Abstract: The invention relates to a method for cutting glass tubes, characterised by the following steps: a glass strand is drawn; a heating device is driven synchronously with the glass strand and is directed towards the region of a desired separation point; the glass strand is drawn in the region of the desired separation point; a separation device is driven synchronously with the glass strand; the separation device is actuated in such a way that it severs the glass strand at the desired separation point.

WO 02/26644 A1

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ablängen von Glasrohren. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch die folgenden Verfahrensschritte: es wird ein Glasstrang gezogen; es wird eine Heizeinrichtung zusammen mit dem Glasstrang verfahren und dabei auf den Bereich einer Soll-Trennstelle gerichtet; der Glasstrang wird im Bereich der Soll-Trennstelle gestreckt; es wird eine Trenneinrichtung zusammen mit dem Glasstrang verfahren; die Trenneinrichtung wird derart betätigt, dass sie den Glasstrang an der Soll-Trennstelle durchtrennt.



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Verfahren und Vorrichtung zum Ablängen von Glasröhren

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Rohr-Abschnitten aus fortlaufenden Glassträngen.

5

Es ist bekannt, Glasstränge in einem kontinuierlichen Zieh- oder Wiederziehprozeß herzustellen, und in einzelne Abschnitte durch ein Brechen zu zerlegen. Das dabei gewonnene Glasrohr dient für allgemeintechnische oder pharmazeutische Zwecke. Eine wichtige Anforderung an derartige Glasrohre ist die Splitterfreiheit.

10

Es sind zahlreiche Veröffentlichungen bekannt geworden, die Vorschläge zum Abtrennen von Glasröhren von einem Glasstrang oder Rohrzug vorsehen. Eine solche Vorrichtung ist in DE 1 264 363 beschrieben. Die Vorrichtung ist jedoch sehr aufwendig und nicht flexibel.

15

Es ist bekannt, Glasrohre im kontinuierlichen Rohrzug durch Absprengen mittels Thermoschock abzutrennen. Dabei wird ein Abschneider, zum Beispiel ein gekühltes Metallteil, einer Ziehmaschine nachgeschaltet. Der Abschneider fährt über die noch warme Glasrohr-Oberfläche und erzeugt hierbei einen Anriß. Das Rohr wird durch Aufbringen eines Biegemomentes abgebrochen. Die Rohrenden sind dabei mehr oder minder mit Splittern behaftet, die die Weiterverarbeitung stören.

20

Ein splitterfreies Abtrennen der Glasrohre läßt sich durch die sogenannte wärmeweiche Trennung durchführen. Im einzelnen werden die folgenden Verfahrensschritte angewandt:

25

a) Erhitzen des Glasrohres bis zum Erreichen der Verarbeitungstemperatur (ca. 1000° C);

30

- b) anschließendes Verformen mit Formwerkzeugen oder durch Einblasen von Gasen;
- c) Abziehen des erhitzen Bereiches.

5 Auch ist es bekannt, dem Abziehen einen Trennvorgang nachzuschalten.

DE 4 036 629 und US 3 188 191 beschreiben jeweils einen Ringbrenner. Gemäß US 3 188 191 dient der Ringbrenner zum Erhitzen eines schmalen Bereiches des Glasrohres sowie der Feuerpolitur der Enden des Glasrohres nach dem Ausziehen. Das Verfahren ist diskontinuierlich. Es kann angewandt werden zum Trennen von Rohren mit großem Durchmesser.

10 SU 966 048 beschreibt das Trennen von Glasrohren mittels eines Ringbrenners. Hierbei entstehen nach dem Abziehen geschlossene Rohrenden. Weitere einschlägige Druckschriften sind US 5 280 130, US 4 146 380, US 4 913 719, US 4 273 993, US 5 240 066.

15 Die Verformung des erhitzen Bereiches erfolgt in vielen Fällen mit Formwerkzeugen, um eine definierte Gestalt (Mündungen, Halsansatzbereiche, Schultern, Profile und so weiter) zu erzeugen. Oft wird die Verformung durch Einblasen von Gasen (Lampenproduktion) unterstützt und mit Beschichtungen oder Preßvorgängen kombiniert.

20 In den meisten Fällen dient das Abziehen des erhitzen Bereiches dazu, eine bestimmte Form der Abschnitte zu erreichen, ohne daß die Abschnitte direkt wärmeweich getrennt werden. Meist schließt sich ein anderer Trennprozeß an. Gemäß US 4 885 945 werden zur Herstellung von Mikropipetten Glasrohrbereiche erhitzt und anschließend bis zu einer Spitze ausgezogen. Gemäß US 4 675 043 wird für die Produktion von Tintenstrahldruckern ein Verfahren beschrieben, um Rohrabschnitte nur durch definiertes Heizen und Ausziehen die geforderten Dimensionen zu

verleihen. Es ist auch bekannt, die Heizquelle beim Ausziehen nachzuführen, so daß die heißeste Zone immer mittig im erhitzen Bereich liegt. Siehe US 4 818 266 und US 4 828 599.

5      Erfolgt nach dem Abziehen eine Trennung, so gibt es je nach Produktanforderung verschiedene Möglichkeiten der Endenausbildung. Zum einen erfolgt die Trennung nicht wärmeweich, zum anderen können bei der wärmeweichen Trennung offene oder geschlossene Enden entstehen. Bekannt sind die Verfahren zur Ampullen-,  
10     Fläschchenherstellung, bei der jeweils ein Boden und ein offenes Ende entstehen (zum Beispiel DE 1 961 2265).

In US 2 215 980 ist beschrieben, wie Glasartikel (Blaskappen) abgetrennt werden, indem das Glasrohr an der Trennstelle mit bewegten Brennern bis 15     Verarbeitungstemperatur erhitzt und anschließend abgezogen wird. Danach entzieht man dem Brenner Sauerstoff. Luft wird in das Glasrohr eingeblassen, so daß die ausgezogene Zone gekühlt wird. Am Rand der ausgezogenen Zone wird wieder erhitzt (Trennbrenner - mehr Sauerstoffzufuhr) bis zur Trennung. Der Brenner wird noch zum Vorwärmen 20     des Randes genutzt. Eine Blaskappenabtrennung nach einem ähnlichen Verfahren, jedoch mit Laserheizung ist in US 4 682 003 beschrieben. US 3 597 182 beschreibt eine Bodenformung bei nicht kreisförmigem Querschnitt durch wärmeweiches Trennen.

25     Gemäß US 4 146 380 wird ein Laser zum Erhitzen eines schon ausgezogenen Bereiches verwendet, der bis zur Trennung wirkt; ein defokussierter Laserstrahl wird zum Vorwärmen genutzt.

DE 3 744 369 beschreibt eine Brenneranordnung und -mitführung, bei der 30     das Rohr bis Verarbeitungstemperatur lokal erhitzt wird, Rollen ziehen diesen Bereich nach unten ab. Das Rohr wird dabei um seine Längachse

gedreht. Als Ergebnis erhält man verschmolzene Rohrböden. Zusätzlich zu den Gas-/Luft-, oder Sauerstoffbrennern wird elektrische Energie mittels Elektroden (auf Vor- und Rückseite des Rohres entsteht ein Lichtbogen, so daß das Rohr über dem Umfang gleichmäßig erhitzt ist) zugeführt. Vor 5 Verschließen des Rohres wird ein Loch mittels Lochbrenner in das Rohr gebrannt. Trennwerkzeuge wie Messer und Scheren werden vorzugsweise nur zum Trennen (Scherschneiden) von aus der Glasschmelze kommenden hochviskosen Glassträngen oder Tropfen eingesetzt (DE 1 962 282).

10 Gemäß GB 1 264 363 wird die Herstellung von geschlossenen Glasröhren für die pharmazeutische Industrie durch wärmeweiches Trennen nach der Ziehmaschine beschrieben. Dabei wird ein Bereich des Rohres durch eine Anzahl mechanisch synchron mitgeführter Brenner erhitzt, abgetrennt und mit einer Geschwindigkeit, die größer als die der Ziehmaschine ist, 15 abgeführt.

Alle diese bekannten Vorrichtungen beziehungsweise Verfahren zum Ablängen von Glasrohren von einem fortlaufenden Rohrstrang sind nicht befriedigend. Sie sind entweder ungeeignet, splitterfreie Enden 20 herzustellen, oder sind aufwendig, oder nicht flexibel, oder nicht für den Dauereinsatz geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, womit sich Glasrohre von einem laufenden 25 Glasstrang abtrennen lassen, ohne daß hierbei Splitter entstehen, die anschließend durch einen Waschprozeß entfernt werden müssen. Außerdem sollen ein solches Verfahren beziehungsweise eine solche Vorrichtung einfach im Aufbau, kostengünstig in der Herstellung und im Betrieb, einfach in der Handhabung und flexibel sein.

30

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der selbständigen Ansprüche gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die folgenden Verfahrensschritte:

5

- 1.1 es wird ein Glasstrang in Richtung seiner Längsachse gezogen;
- 1.2 es wird eine Heizeinrichtung zusammen mit dem Glasstrang parallel zu diesem verfahren, wobei die Soll-Trennstelle erwärmt wird;
- 1.3 der Glasstrang wird im Bereich der Soll-Trennstelle gestreckt;
- 10 1.4 es wird eine Trenneinrichtung zusammen mit dem Glasstrang - somit parallel zu diesem - verfahren; . . .
- 1.5 die Trenneinrichtung wird betätigt, so daß sie den Glasstrang an der Soll-Trennstelle durchtrennt, womit ein Rohrabschnitt oder Glasrohr anfällt.

15

In der Praxis wird man im allgemeinen mehrere Ringbrenner als Heizeinrichtung einsetzen. Es kann aber auch nur ein einziger Ringbrenner verwendet werden. Ringbrenner und Trenneinheit werden synchron mit dem Glasstrang bewegt.

20

Damit lassen sich im automatischen 24 h-Betrieb splitterfreie Rohrabschnitte herstellen.

#### Einzelheiten einer praktischen Ausführungsform

25

Werden Ringbrenner verwendet, so wird deren Innendurchmesser sowie deren Heizzonenbreite dem Außendurchmesser des Glasrohres, der Wanddicke und dem Trennprozeß angepaßt. Es können mehrere Brenntypen über das gesamte Rohrspektrum verteilt vorgesehen werden.

30

Die Ringbrenner sind zweckmäßigerweise derart gestaltet, daß sie bei einem Produktwechsel leicht und schnell ausgetauscht werden können. Dabei wird der einzelne Ringbrenner zweckmäßigerweise nach Art einer Zange gestaltet, deren beide Teile den Rohrstrang umfassen, und die weggeschwenkt werden können, um den Rohrstrang in die Anlage einzufädeln. Die Brenner und die Einstellung der Heizleistung werden durch eine Steuereinrichtung gesteuert.

Bei schmalen Heizzonen kommen Laser als Heizeinrichtung in Betracht, insbesondere CO<sub>2</sub>-Laser mit einer ringförmigen Heizzone.

Am Ende der Wirkungsstrecke einer jeden Heizeinrichtung ist ein Infrarotsensor angeordnet, der die Temperaturverteilung in axialer Richtung mißt. Hieraus können Temperatursignale bezüglich Amplitude, Breite und zeitlichem Abstand der Heizzonen erzeugt werden. Die Meßergebnisse werden ausgenutzt zur Leistungsregelung und zur Geschwindigkeitssynchronisation der Heizeinrichtungen. Die Sensorsignale dienen gleichzeitig als Kontrollsignale für den störungsfreien Betrieb der Anlage.

Das Trennen kann auf mechanische Weise vorgenommen werden, beispielsweise mittels einer Trennschere. Dabei können die beiden Scherenmesser gegeneinander verspannt sein. Die Geometrie der Schneiden ist auf die Rohr-Geometrie und die Bewegungsbahn der Messer abgestimmt. Der gesamte Bewegungsablauf wird über eine Servosteuerung gesteuert. Die Schneidkraft kann über Federn begrenzt werden, um die Messer bei großer Glaszähigkeit zu schützen. Die Messer können bei Bedarf auch temperiert werden, und zwar durch Heizen oder Kühlen. Zum Herstellen offener Rohre kann das Schneidverfahren derart gestaltet werden, daß das Rohr nicht vollständig verschlossen wird.

Es ist auch möglich, die Trennung durch Energiezufuhr zu bewirken, insbesondere durch einen Brenner oder einen Laser. Durch Wahl der Heizzonenbreite und der Art des Trennverfahrens ist es möglich, geschlossene, einseitig offene oder beidseitig offene Rohre herzustellen.

5

Es kann zweckmäßig sein, einen weiteren Laser vorzusehen, der beispielsweise einen CO<sub>2</sub>-Laserstrahl erzeugt, und der beim Trennen ein Loch z. B. in die wärmeweiche Trennzone einbringt. Der Laserstrahl wird durch eine synchron mit dem Glasstrang bewegte Optik auf die gewünschte Position geführt.

10

#### Lineareinheiten

- \* Die synchrone Bewegung der Brenner und der Trenneinheit wird über Lineareinheiten, die mit Servomotoren über entsprechende Controller angetrieben werden (Prinzip "fliegende Säge"), realisiert.
- \* Über ein elektronisches Getriebe erfolgt die Feineinstellung auf die Rohrzuggeschwindigkeit, die von einem Encoder aufgenommen wird. Die Geschwindigkeitssynchronisation ist besser als 10<sup>3</sup>.
- 20 \* Die Startzeitpunkte der Achsen werden aus dem Ausgangssignal des elektronischen Getriebes in einer Zählerschaltung realisiert, die variable Rohrlängen zuläßt.
- \* Die maximale, synchrone Mitfahrstrecke einer Achse ist, abhängig von der Rohrzuggeschwindigkeit und Abschnittslänge, zwischen ca.
- 25 \* 0,50 und 1,20 m.

#### Rohrführung

- \* Die Rohrauflage besteht aus zylindrischen und V-Rollen (Material vorzugsweise Kohle), deren Umfangsgeschwindigkeit der Rohrgeschwindigkeit angepaßt ist, beziehungsweise deren

Geschwindigkeit um ca. 5 - 10 % gegenüber der Rohrzuggeschwindigkeit überhöht ist, um ein Austragen der Rohre, ohne daß sich die noch heißen Enden berühren, zu ermöglichen. Zusätzliche V-Rollen oberhalb des Rohres sorgen für die Zentrierung des Rohrs im Zentrum der Brenner. Die komplementären Rollenpaare gewähren dem Rohr ein Spiel senkrecht zur Rohrachse von maximal 1,5 mm. Die Anpassung der Rohrführung an die unterschiedlichen Außendurchmesser erfolgt vollautomatisch nach den Außendurchmesserwerten der übergeordneten SPS.

5

10

\* Über Rohrführungseinrichtungen, die temporär in den Rohrzug eingebracht werden, wird ein automatisches Einfädeln des Rohrs in die Anlage realisiert.

15

\* 1 - 2 zusätzliche, zylindrische Rollen (Oberflächenmaterial mit hohem Haftreibungskoeffizienten zum Glas, zum Beispiel Silicon, Viton), die von oben über Gewichts- beziehungsweise Federkraft auf dem Rohr aufliegen, dienen der zusätzlichen Beschleunigung des zu trennenden Rohrs im Bereich der Trenneinheit und danach.

20

Abhängig vom Trennverfahren ist die Umfangsgeschwindigkeit dieser Rollen ca. 3 - 15 % höher als die Rohrzuggeschwindigkeit. Wegen der Temperaturempfindlichkeit des Materials werden diese Rollen zum Beispiel über pneumatische Zylinder im Bereich der Heizstellen vom Rohr abgehoben. Alternative Einrichtungen sind denkbar, zum Beispiel Zangen, Greifer, Ketten.

25

#### Steuerung

30

\* Wechsel zwischen den Betriebszuständen (Rohr im Scherbenbrecher für Service/Wartung und bei Störungen, konventionelles Trennen, wärmeweiches Trennen)

- \* Vorgabe Brennereinstellung, Parametrierung Linearachsen, Einstellung der Rohrführung, Kontrolle der Anlage.
- 5 \* Vor der Trennanlage befindet sich ein Scherbenbrecher, der die Trennanlage bei stark schwankendem Außendurchmesser (nach dem Aufziehen, bei Störungen) und bei Wartungsarbeiten vom einlaufenden Rohr freihält.
- 10 \* Sensoren im Verlauf der Rohrführung dienen der Kontrolle des Rohrverlaufes in der Anlage, bei Störungen wird der Scherbenbrecher aktiviert,

#### Blasluftregelung

- 15 Es müssen geeignete Regelkreise zur Einstellung der Rohrgeometrie im Ziehprozeß vorhanden sein, die in der Lage sind, die Rohrgeometrie bei offenem Rohrende (konventionelles Trennen) und geschlossenem Rohrende (wärmeweiches Trennen) sowie beim Wechsel entsprechend auszuregeln (zum Beispiel Konstantdruckregelung).
- 20 Die Erfindung ist anhand eines Blockschaltbildes erläutert. Hieraus erkennt man den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum splitterfreien Ablängen von Glasrohren im Rohrzug.
- 25 Die erfindungsgemäße Anlage befindet sich im Rohrzug hinter der Ziehmaschine, die für den kontinuierlichen Abzug des Rohres eingesetzt wird.
- 30 Am Eingang der Anlage befindet sich ein Scherbenbrecher. Er dient dazu, das Rohr, welches außer der Toleranz der Rohrführungseinrichtungen in der Anlage liegt, vor der Anlage gebrochen wird, um Beschädigungen der

Anlage durch zum Beispiel zu große Außendurchmesser zu vermeiden. Zusätzlich dient er zum Freihalten der Anlage für Service und Wartungszwecke oder im Störungsfall. Der Scherbenbrecher ist gekoppelt mit einem kommerziellen Außendurchmessermeßgerät, das kontinuierlich die erforderlichen Außendurchmesserwerte liefert. Die Kontrolle des Außendurchmessers und Ansteuerung des Scherbenbrechers erfolgt durch die SPS und durch die zusätzlichen Sicherheitsschaltungen.

5

Die Heizeinheiten sind als Ringbrenner ausgeführt, die eine über den Umfang homogene Erhitzung der Trennstelle ermöglichen. Das Rohr wird mittels geeigneter Rohrführungseinrichtungen konzentrisch zum Ringbrenner geführt. Die Zentrierung gewährleistet eine über den Rohrumfang gleichmäßige Erhitzung, die sowohl für die Schnittqualität als auch zur Erzielung einer langen Messerstandzeit notwendig ist.

10

15

Vorzugsweise werden Gas-Sauerstoff-Brenner eingesetzt, wobei je nach Geometrie außen- oder innenmischende Brenner verwendet werden können. Zur Erzielung möglichst hoher Aufheizraten beziehungsweise Endtemperaturen sind auch Wasserstoffbrenner einsetzbar. Prinzipiell sind alle Brennertypen beziehungsweise auch alternative Heizverfahren anwendbar, die eine über den Umfang homogene Erhitzung der Trennstelle bei entsprechender Aufheizrate gewährleisten. Zu den alternativen Heizverfahren zählen zum Beispiel Laserheizung, HF- oder Mikrowellenheizung, elektrisch unterstützte Brennerheizung und so weiter. Das zeitliche Profil der Aufheizung wird über die Brennerheizleistung und die Mitfahrstrecken der Brenner gesteuert.

20

25

30

Die Bewegung der Heizeinheiten synchron zur Rohrtranslation erfolgt durch Lineareinheiten, auf denen die Heizeinheiten montiert sind. Die Ansteuerung der Controller der Lineareinheiten und die Synchronisation der hintereinander angeordneten Heizeinheiten auf die Trennstelle wird durch die übergeordnete SPS realisiert (Prinzip "Fliegende Säge"). Entsprechend

der erzielten Heizleistung und der verfügbaren Heizzeit pro Heizeinheit werden ein oder mehrere identische Heizeinheiten hintereinander angeordnet, um die für die nachfolgende Trennung erforderliche Temperatur von ca. 1000° C zu erreichen. Um einen störungsfreien

5 Übergang zwischen konventionellem Trennen und dem wärmeweichen Trennen zu ermöglichen, erfolgt der Start beziehungsweise das Abschalten der einzelnen Brenner und der Abschneidevorrichtungen in einer Art Staffellauf synchron mit der Bewegung der Heizstelle.

10 Hinter jeder Heizeinheit befindet sich ein Infrarotdetektor, der die zeitliche Position und das axiale Temperaturprofil der Heizzone aufnimmt. Nach Auswertung der Signale, vorzugsweise mit einem Signalprozessor, werden Informationen zur Positions- und Geschwindigkeitskorrektur der Heizeinheiten abgeleitet. Die Geschwindigkeit wird durch die Korrektur einer Leitfrequenz, die zum Beispiel von der Ziehmaschine gewonnen wird, fein abgestimmt. Die Feinabstimmung ist notwendig, da die Leitfrequenz üblicherweise die Rohrzuggeschwindigkeit nur mit einer Genauigkeit im Prozentbereich abbildet. Der Geschwindigkeitsfehler ist durch Abnutzung der Ziehvorrichtung oder zum Beispiel wechselndem Schlupf bei

15 20 Temperaturänderungen zeitabhängig. Direkte, kontinuierliche Messungen der aktuellen Rohrzuggeschwindigkeit wären extrem kostenaufwendig.

Nachdem die Trennzone die erforderliche Temperatur erreicht hat, wird das abzutrennende Rohrstück gegenüber der Rohrzuggeschwindigkeit um bis zu 10 % beschleunigt, damit wird eine Verjüngung des Rohrs und eine

25 Reduktion der Wanddicke im Bereich der Trennstelle erzielt mit den Vorteilen:

\* verbesserte Rohrendenqualität,

30 \* Reduktion der Belastung des Messers beim nachfolgenden Trennvorgang,

- \* Ermöglichung einer hohen Trenngeschwindigkeit (Zustellzeit des Messer < ca. 100 ms), und
- \* Verkürzung der Zeit für das Einbringen eines Belüftungsloches in der wärmeweichen Zone.

5

Die Beschleunigung des zu trennenden Rohrstückes erfolgt durch eine zusätzliche Andruckrolle, die über einen geeigneten Mechanismus im Bereich der heißen Rohrenden vom Rohr abgehoben wird, um die Degeneration des Rollenbelages im Kontakt mit den noch ca. 1000° C heißen Rohrenden zu vermeiden.

10

Zusätzlich wird mit der beschleunigten Bewegung die Separation der getrennten Rohrenden gesichert.

15

Die Trennung des Rohrs im Bereich der erhitzen, plastisch verformbaren Zone erfolgt in einem Schneidprozeß mit einer Messerkonstruktion, bei der die Messerbewegung über einen Servomotor in einem optimierten Weg-Zeit-Profil realisiert ist. Die Schneidmesser sind über einen

Federmechanismus an den Antrieb gekoppelt. Diese elastische Kopplung

20

ermöglicht zum einen eine kontinuierliche, qualitative Messung der Glasviskosität im Bereich der Trennstelle über die aktuelle

Schnittgeschwindigkeit. Diese Werte werden in der SPS zur Kontrolle und

Optimierung des Aufheizvorganges verwendet. Andererseits wird die Gefahr der Beschädigung der Messer bei Funktionsstörungen der Anlage

25

reduziert.

Um die Ausbildung eines Unterdruckes im Rohr bei der Abkühlung

(während des Trennvorganges beträgt die Einlauftemperatur des Rohrs in die Anlage ca. 100 bis 400° C) und die damit verbundenen Probleme bei

30

der Weiterverarbeitung der abgetrennten Rohrstücke zu vermeiden, wird im heißen Zustand ein Belüftungsloch eingebracht. Vorteilhafterweise erfolgt

dieses synchron (nur örtlich versetzt) zum Trennvorgang, da dann die Linearachse des Trennwerkzeugs auch zur Mitführung des Lochbrennwerkzeugs genutzt werden kann. In der erfindungsgemäßen Anlage erfolgt dieses Einbringen des Belüftungsloches durch einen

5 fokussierten CO<sub>2</sub>-Laserstrahl, wobei auf der Linearachse nur ein Umlenkspiegel und eine motorisch verstellbare Fokussieroptik mitgeführt werden. Die Laserparameter sind so eingestellt, daß die Locheinbringung, entsprechend der zur Verfügung stehenden synchronen Mitfahrzeit, in < 500 ms erfolgt.

10 Zusätzliche Sensorik dient der Kontrolle der erfolgreichen Einbringung des Belüftungsloches. Diese Kontrolle ist essentiell, denn bei fehlendem Belüftungsloch kann im allgemeinen die splitterfreie Weiterverarbeitung des Rohres nicht garantiert werden. Ursachen für fehlende Entlüftungslöcher

15 können Störungen im Prozeß oder Glasfehler sein. Die Kontrolle des Belüftungsloches erfolgt vorteilhaft beim Einbringen desselben durch die Detektion der Erhitzung der dem Loch gegenüberliegenden Seite des Rohres durch den CO<sub>2</sub>-Laserstrahl. Aufgrund der geringen Absorptionslänge des Laserstrahls erfolgt eine Erhitzung der

20 gegenüberliegenden Rohrseite erst nach dem Durchbrennen des Lochs. Der Nachweis der Erhitzung der gegenüberliegenden Rohrseite geschieht zum Beispiel durch einen Photodetektor im sichtbaren oder IR-Bereich, dessen Sichtfeld durch eine Apertur auf die gegenüberliegende Rohrseite beschränkt ist, um Reflex- oder Streulichtanteile von der Lochseite zu unterdrücken. Alternativ ist der Einsatz von CMOS- oder CCD-Kameras mit

25 nachfolgender Bildauswertung möglich. Außerdem ist zum Beispiel die Auswertung der Leuchterscheinung (Plasma) beim Lochdurchbrennen oder der Veränderung der Reflexion des CO<sub>2</sub>-Laserstrahls zum Nachweis der Lochbildung möglich. Aufgrund der unruhigen Rohrlage sind diese

30 Methoden jedoch wenig empfindlich. Ein Vorteil der direkten Beobachtung ist die Möglichkeit des Abschaltens der Laserstrahlung direkt nach dem

Lochdurchbrennen. Auf diese Weise wird die Bildung von Verdampfungsprodukten und eine mögliche Kondensation im Rohr reduziert.

5        Auch im weiteren Prozeß ist die Detektion des Belüftungsloches zum Beispiel mit optischen Methoden im sichtbaren und den angrenzenden Spektralbereichen möglich. Neben der direkten Detektion des Loches läßt sich auch die Veränderung der Rohrendenform auswerten, die durch die Unterdruckbildung und das damit verbundene "Einziehen" der nach der 10      Trennung noch niedrigviskosen Rohrenden bei nicht vorhandenem Belüftungsloch verursacht wird.

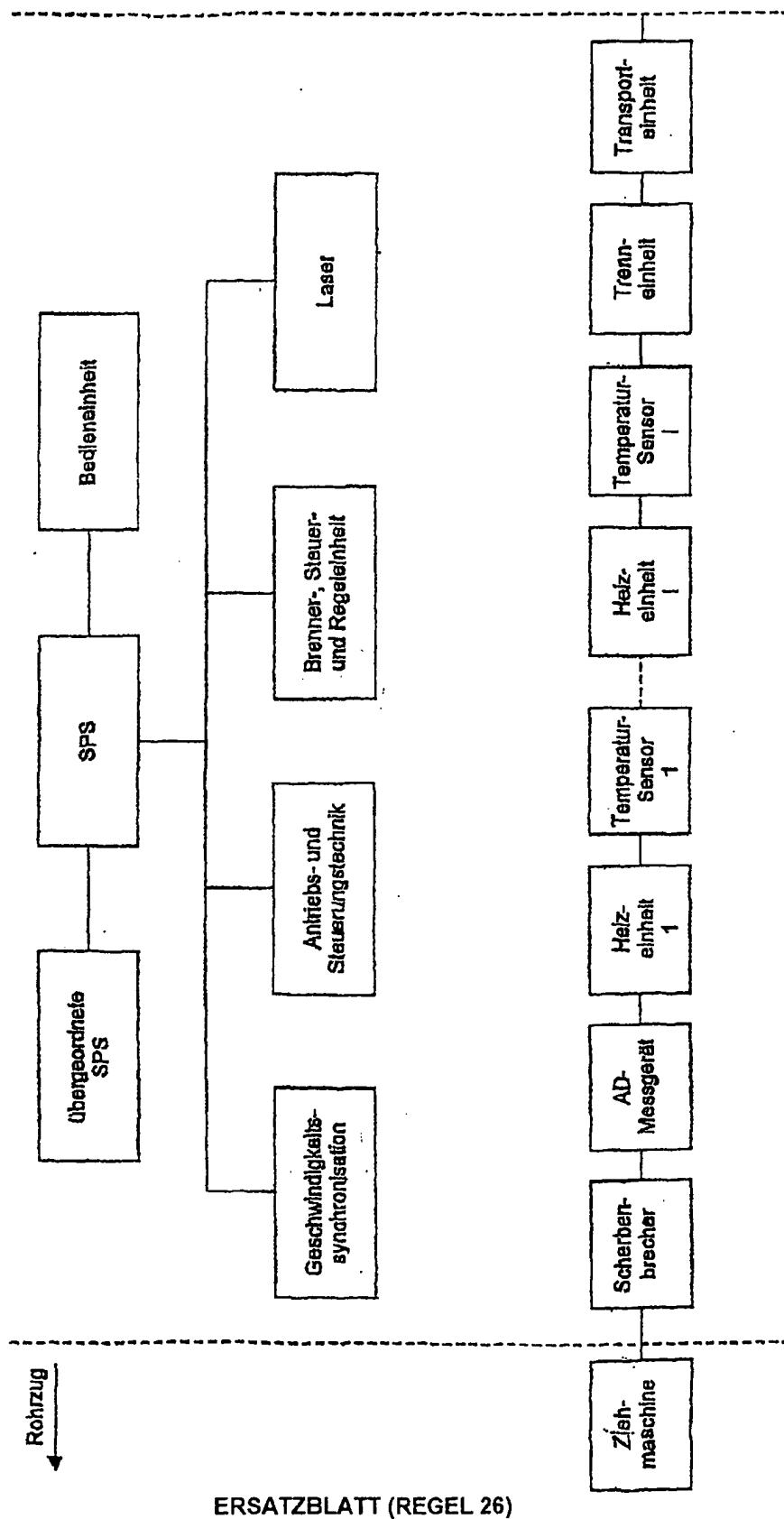
Die Rohre ohne Belüftungsloch werden mit einer üblicherweise vorhandenen Sortiervorrichtung aussortiert.

15      Der Abtransport der Rohre zur Weiterverarbeitung erfolgt durch aktiv angetriebene Stützrollen mit einer Geschwindigkeit, die ca. 10 % höher als die Rohrzuggeschwindigkeit ist, um einen Kontakt der Rohrenden zu vermeiden. Die Weiterverarbeitung der Rohre erfolgt unter geeigneten 20      Umgebungsluftbedingungen (zum Beispiel Reinraum, laminar flow Box, ...), um eine spätere Verunreinigung bei der Belüftung der Rohre zu verhindern.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ablängen von Glasrohren mit den folgenden Verfahrensschritten:
  - 5 1.1 es wird ein Glasstrang gezogen;
  - 1.2 es wird eine Heizeinrichtung zusammen mit dem Glasstrang verfahren und dabei auf den Bereich einer Soll-Trennstelle gerichtet;
  - 1.3 der Glasstrang wird im Bereich der Soll-Trennstelle gestreckt;
  - 1.4 es wird eine Trenneinrichtung zusammen mit dem Glasstrang verfahren;
  - 10 1.5 die Trenneinrichtung wird derart betätigt, daß sie den Glasstrang an der Soll-Trennstelle durchtrennt;
  - 1.6 in den wärmeweichen Trennbereich des Glasstranges wird ein Loch eingebrannt.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Einbrennen des Loches ein Laserstrahl verwendet wird.
3. Vorrichtung zum Ablängen von Glasrohren, umfassend:
  - 20 3.1 eine Fördereinrichtung zum Fördern und Führen des Glasstranges;
  - 3.2 eine Heizeinrichtung, die zusammen mit dem Glasstrang verfahrbar und dabei auf den Bereich einer Soll-Trennstelle richtbar ist;
  - 3.3 eine Einrichtung zum Strecken des Glasstranges auf seinem Förderweg;
- 25 3.4 eine zusammen mit dem Glasstrang verfahrbare Trenneinrichtung;
- 3.5 einen Aktuator zum Betätigen der Trenneinrichtung bei Erreichen der notwendigen Verarbeitungstemperatur;
- 3.6 es ist eine Lasereinrichtung zum Einbrennen eines Loches in den wärmeweichen Bereich des Glasstranges vorgesehen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum Nachweis der Lochausbildung vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizeinrichtung wenigstens einen Ringbrenner umfaßt.



Figur 1: Schematischer Aufbau einer Vorrichtung zum splitterfreien Ablängen von Glasrohren im Rohrzug.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/08833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C03B23/11 C03B21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 44 369 A (SCHOTT GLASWERKE ) 13 July 1989 (1989-07-13) cited in the application abstract —	1,3
A	DD 202 523 A (SCHOTT RUHRLAS GMBH) 21 September 1983 (1983-09-21) abstract —	1,3
A	EP 0 111 710 A (SCHOTT-RUHRLAS GMBH) 27 June 1984 (1984-06-27) abstract —	1,3
A	US 4 111 677 A (ANDREWS J D) 5 September 1978 (1978-09-05) abstract —	1,3 —/—

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

16 January 2002

29/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stroud, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten  
Application No  
PCT/EP 01/08833

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 14 79 608 A (ROTA PATENT AG) 8 May 1969 (1969-05-08) figures 1-4 —	1,3
A	DE 33 41 313 A (SCHOTT-RUHRGLAS GMBH) 23 May 1985 (1985-05-23) abstract —	1,3
A	EP 1 026 128 A (ARTZNEIMITTEL GMBH) 9 August 2000 (2000-08-09) abstract —	1,3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte  
ntal Application No  
PCT/EP 01/08833

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 3744369	A	13-07-1989	DE US	3744369 A1 4936891 A		13-07-1989 26-06-1990
DD 202523	A	21-09-1983	AU BR DD ES JP PL ZA	8746382 A 8204865 A 202523 A5 515141 A1 58036936 A 237954 A1 8206086 A		24-02-1983 02-08-1983 21-09-1983 01-05-1983 04-03-1983 14-03-1983 27-07-1983
EP 0111710	A	27-06-1984	AT BR DE EP ES ES JP JP JP JP MX US	45936 T 8306268 A 3380489 D1 0111710 A1 527290 D0 8406393 A1 1421990 C 60131837 A 62030139 B 162595 A 4516998 A		15-09-1989 19-06-1984 05-10-1989 27-06-1984 16-07-1984 01-11-1984 29-01-1988 13-07-1985 30-06-1987 27-05-1991 14-05-1985
US 4111677	A	05-09-1978		NONE		
DE 1479608	A	08-05-1969	DE GB	1479608 A1 1016357 A		08-05-1969 12-01-1966
DE 3341313	A	23-05-1985	DE	3341313 A1		23-05-1985
EP 1026128	A	09-08-2000	DE EP JP US	19904978 A1 1026128 A2 2000226221 A 6310318 B1		10-08-2000 09-08-2000 15-08-2000 30-10-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/08833

A. KLASSEIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C03B23/11 C03B21/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C03B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 37 44 369 A (SCHOTT GLASWERKE ) 13. Juli 1989 (1989-07-13) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,3
A	DD 202 523 A (SCHOTT RUHRGLAS GMBH) 21. September 1983 (1983-09-21) Zusammenfassung	1,3
A	EP 0 111 710 A (SCHOTT-RUHRGLAS GMBH) 27. Juni 1984 (1984-06-27) Zusammenfassung	1,3
A	US 4 111 677 A (ANDREWS J D) 5. September 1978 (1978-09-05) Zusammenfassung	1,3
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Rechercheberichts

16. Januar 2002

29/01/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchebehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stroud, J

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int:	nales Aktenzeichen
PCT/EP 01/08833	

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEBEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 14 79 608 A (ROTA PATENT AG) 8. Mai 1969 (1969-05-08) Abbildungen 1-4 —	1,3
A	DE 33 41 313 A (SCHOTT-RUHRGLAS GMBH) 23. Mai 1985 (1985-05-23) Zusammenfassung —	1,3
A	EP 1 026 128 A (ARTZNEIMITTEL GMBH) 9. August 2000 (2000-08-09) Zusammenfassung —	1,3

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 01/08833

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3744369	A	13-07-1989	DE US	3744369 A1 4936891 A	13-07-1989 26-06-1990	
DD 202523	A	21-09-1983	AU BR DD ES JP PL ZA	8746382 A 8204865 A 202523 A5 515141 A1 58036936 A 237954 A1 8206086 A	24-02-1983 02-08-1983 21-09-1983 01-05-1983 04-03-1983 14-03-1983 27-07-1983	
EP 0111710	A	27-06-1984	AT BR DE EP ES ES JP JP JP MX US	45936 T 8306268 A 3380489 D1 0111710 A1 527290 D0 8406393 A1 1421990 C 60131837 A 62030139 B 162595 A 4516998 A	15-09-1989 19-06-1984 05-10-1989 27-06-1984 16-07-1984 01-11-1984 29-01-1988 13-07-1985 30-06-1987 27-05-1991 14-05-1985	
US 4111677	A	05-09-1978	KEINE			
DE 1479608	A	08-05-1969	DE GB	1479608 A1 1016357 A	08-05-1969 12-01-1966	
DE 3341313	A	23-05-1985	DE	3341313 A1	23-05-1985	
EP 1026128	A	09-08-2000	DE EP JP US	19904978 A1 1026128 A2 2000226221 A 6310318 B1	10-08-2000 09-08-2000 15-08-2000 30-10-2001	

